



KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Niko Nevalainen

SÄHKÖNKULUTUSTEN MITTAUS JA HALLINTA POHJOIS-
KARJALAN SAIRAANHOITO- JA SOSIAALIPALVELUJEN KUN-
TAYHTYMÄN KESKUSSAIRAALASSA

Opinnäytetyö
Marraskuu 2013

	<p>OPINNÄYTETYÖ Marraskuu 2013 Sähkötekniikan koulutusohjelma</p> <p>Tikkarinne 9 80200 JOENSUU 013 260 600</p>
<p>Tekijä</p> <p>Niko Nevalainen</p>	
<p>Nimeke</p> <p>Sähkönkulutusten mittaus ja hallinta Pohjois-Karjalan sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymän keskussairaalassa</p>	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Pohjois-Karjalan sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen keskussairaalan sähkönkulutuksen mittauksen ja hallinnan nykytilaa ja miten mittauksia voitaisiin tehostaa. Tutustuttiin käytössä oleviin tekniikoihin ja laitteistoihin ja niiden tarjoamiin mahdollisuuksiin. Aihe on ajankohtainen, sillä nykyiset rakennusmääräykset ja – ohjeet uusille rakennuksille määräävät energiankulutuksen mittauksia. Julkisen sektorin toimijoilta odotetaan vahvaa tiennäyttäjän asemaa energian säästämässä ja energiatehokkuudessa.</p> <p>Aluksi kartoitettiin nykytila ja mietittiin mitkä ovat suurimmat puutteet tai epäkohdat, joille voitaisiin miettiä parannusta. Suurimpana epäkohtana todettiin olevan sähkön mittauspisteiden vähyys. Tutkittiin mihin mittauksia kannattaa lisätä ja miten se tulisi toteuttaa, jotta mittaukselliset antaisivat kuvan sähkönkulutuksesta sopivissa kokonaisuuksissa. Lisäksi tutkittiin millä järjestelmällä mittauksellisia kannattaisi lukea, jotta kulutuksesta saataisiin muodostettua raportteja ja kulutustietoja voitaisiin vertailla.</p> <p>Lopputuloksena saatiin kartoitettua mitattavat kohteet ja niiden toteutus. Lisäksi listattiin vaihtoehtoja mittauksellisten lukemiseen.</p>	
<p>Kieli</p> <p>suomi</p>	<p>Sivuja 30</p> <p>Liitteet 1</p>
<p>Asiasanat energiatehokkuus, sähkönkulutus, mittaus</p>	

 Karelia UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	THESIS November 2013 Degree Programme in Electrical Engineering Tikkariinne 9 FI 80220 JOENSUU FINLAND 013 260 600	
Author(s) Niko Nevalainen		
Title Measuring and Managing Electricity Consumption in the Central Hospital of the North Karelia Hospital District		
Abstract <p>The purpose of this thesis was to study how the measuring and managing of electricity consumption was handled in the central hospital of the North Karelia hospital district. It was studied what technologies were used and whether there is a way to improve the use of those technologies. The matter is current because the existing building codes and instructions obligate the measuring of used energy.</p> <p>The theoretical part of the study introduces the softwares and techniques that are used to build a consistent system. This thesis also shows the instructions and directives that concern energy efficiency in a present building. In the practical part the need for measuring and the places where the measuring should happen was investigated and what technologies should be used.</p> <p>As the result of this thesis there is a schematic of the targets that should be measured and how that should be done. This thesis gives also a list of an alternative ways to read the measuring results.</p>		
Language Finnish	Pages 30 Appendices 1	
Keywords Energy efficiency, electricity consumption, measuring		

Sisältö

1	Johdanto.....	5
1.1	Työn tavoitteet	6
1.2	Pohjois-Karjalan sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymä	6
2	Energiankulutuksen mittaus ja hallinta	7
2.1	Energiankulutuksen seuranta	8
2.2	Normitus	8
2.3	Määräykset ja direktiivit.....	9
3	Käytössä olevat järjestelmät	10
3.1	Ryhti.....	11
3.2	Lovato.....	12
3.3	Honeywell	14
3.4	Fidelix Oy.....	14
3.5	Tutkimusaineisto ja -menetelmät.....	15
4	Sähkön mittauksen lisääminen.....	16
4.1	Muuntamopiiri F.....	17
4.2	Muuntamopiiri E	21
4.3	Muuntamopiiri K	24
4.4	Mittaustietojen lukeminen	25
5	Johtopäätökset.....	26
	Lopuksi	28
	Lähteet	29

Liite 1 Taulukko nousukeskuksista

1 Johdanto

Energiatehokkuus on merkittävässä asemassa nykypäivän uudisrakentamisessa ja saneeraamisessa. Varsinkin julkisen sektorin rakentamista ohjaa EU:n 4.12.2012 voimaan tullut energiadirektiivi, jonka päätavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen. Lisäksi sillä pyritään energian saatavuuden turvaamiseen, tuontien energian tarpeen vähentämiseen, energiakustannusten alentamiseen sekä ympäristön- ja ilmastonsuojeluun. Direktiivin mukaan kansallinen energiatehokkuustavoite koskee kaikkia ja Suomessa suureen rooliin nousee lämmitysenergian energiatehokkuuden lisääminen sekä sähkö- ja maakaasuverkkojen energiatehokkuuden edistäminen. [1; 2]

Energiatehokkuutta lisäämällä saavutetaan yleensä myös konkreettista säästöä ainakin pitkällä aikavälillä mitattuna. Tämän takia monet yritykset ja kotitaloudet ovat innostuneet investoimaan energiatehokkaisiin järjestelmiin ja ratkaisuihin. Yksi tapa lisätä energiatehokkuutta on vähentää sähkön kulutusta, joko investoimalla hyötysuhteeltaan parempiin tai sähkön kulutukseltaan pienempiin laitteisiin tai järjestelmiin.

Lisäksi uusien rakennusten rakentamista ohjaavat ympäristöministeriön antamat määräykset ja ohjeet rakennusten energiatehokkuudesta. Määräykset ja ohjeet koskevat uusia rakennuksia, joissa käytetään energiaa tilojen ja ilmanvaihdon lämmitykseen ja sen lisäksi mahdollisesti jäähdytykseen tarkoituksenmukaisten sisäilmasto-olosuhteiden ylläpitämiseksi. Määräyksessä sanotaan, että rakennukset on varustettava energiankäytön mittauksella tai mittausvalmiudella siten, että rakennuksen energiamuotojen käyttö voidaan helposti selvittää. [3]

Kun mahdollisten rakennuksessa tehtävien muutosten aiheuttamaa vaikutusta sähkön kulutukseen halutaan seurata, tarvitaan luotettavaa mittausta. Jotta mitaustulos olisi kohdennettavissa haluttuun osaan rakennuksessa tai järjestelmässä, on mitattavia pisteitä oltava riittävä määrä. Juuri tähän asiaan tässä työssä pyrittiin syventymään.

1.1 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli perehtyä Pohjois-Karjalan sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymän keskussairaalan tämän hetkiseen energianmittaukseen ja sen hallintaan sekä tutkia, voitaisiinko sitä tehostaa ja näin ollen mahdollistaa parempi kulutuksen seuraaminen. Työssä tutkittiin myös, mitä mahdollisuuksia energian hallintaan on olemassa ja miten niitä voitaisiin hyödyntää kyseisessä kohteessa. Tilaajan visio oli, että tulevaisuudessa energiankulutuksesta voitaisiin tulostaa luotettavia ns. päällikkötason raportteja, joissa vertailtaisiin eri kohteiden toteutuneita energiankulutuksia edellisiin kulutusmääriin.

1.2 Pohjois-Karjalan sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymä

Pohjois-Karjalan sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymä järjestää erikoissairaanhoidon ja sosiaalialan palveluita Pohjois-Karjalan keskussairaala, psykiatrian klinikalla Paiholassa sekä Honkalampi-keskuksessa. [4]

Kuntayhtymään kuuluu 14 jäsenkuntaa, joiden alueella asuu noin 170 000 asukasta. Pohjois-Karjalan keskussairaala on Suomen vanhin keskussairaala. Se on perustettu vuonna 1953 ja sen palveluita käyttää noin 60 000 ihmistä vuositain. Honkalampi-keskus Liperissä tuottaa palveluja vammaisalan asiakkaille ja heidän perheilleen. Psykiatriset palvelut tuotetaan Psykiatrian klinikalla Kontiolahden Paiholassa. [4]

Henkilöstöä PKSSK:llä on 2922 (31.12.2012) ja toimintakulut olivat vuonna 2012 219 M€, josta henkilöstökuluihin meni 128 M€, palvelujen ostoon 51 M€ ja tarvikkeisiin 36 M€. [4]

Pohjois-Karjalan keskussairaala jaottuu päärakennukseen, joka jakautuu seitsemään eri siipeen, sekä viiteen erilliseen rakennukseen (kuva 1). Lisäksi rakenteilla on kuudes erillISRakennus, johon aikanaan vuoteen 2016 mennessä siirtyvät kaikki Paiholan toimipisteen toiminnot. Uusina rakennuksina voidaan pitää myös päärakennuksen siipeä G2, joka valmistui syyskuussa 2012, sekä siipeä K, joka valmistui vuonna 2008. Myös uusi parkkihalli on tällä hetkellä valmisteilla ja sen on määrä valmistua helmikuussa vuonna 2014.



Kuva 1. Pohjois-Karjalan keskussairaalan alue. [4]

2 Energiankulutuksen mittaaminen ja hallinta

Pohjois-Karjalan sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymä kuuluu julkisen sektorin piiriin, joten sen toimintaa ohjaavat julkisen sektorin säädökset ja velvoitteet. Julkisen sektorin toimijoilta odotetaan vahvaa tiennäyttäjän roolia energiansäästämisen ja energiankäytön tehostamisessa. [5]

Jatkuva parantaminen energiatehokkuudessa edellyttää

- oman energiankäytön tuntemista ja seuranta
- tietoa omista energiansäästämismahdollisuuksista
- teknis-taloudellisesti kannattavien energiansäästötoimien määrittämistä ja toteuttamista

- energiatehokkuuden ottamista huomioon toimintatavoissa, investoinneissa ja hankinnoissa
- energian hankinnan eri mahdollisuuksien tuntemista
- hyvää energianhankintastrategiaa ja sen toteuttamista. [6]

Se, miten kiinteistöä käytetään ja miten sitä hallinnoidaan, vaikuttaa suuresti kiinteistön energiankulutukseen. Ammattitaitoisella ja motivoituneella henkilöstöllä ja henkilöstön käytössä olevilla työkaluilla voidaan vaikuttaa energiankäytön hallintaan positiivisesti. Myös kiinteistön käyttäjillä on suuri rooli kiinteistön energiatehokkuudessa. Jotta kiinteistön energiankäyttöä voidaan hallita, on tiedettävä mistä käyttö muodostuu.

2.1 Energiankulutuksen seuranta

Kiinteistön energiankulutuksen seuranta mahdollistaa tavoitteellisen energiankäytön hallinnan. Sen avulla voidaan seurata ja tarvittaessa reagoida mahdollisiin kulutuksen muutoksiin. Energiankulutuksen seurannan avulla voidaan myös todeta erilaisten muutosten aiheuttamat vaikutukset energiankulutukseen. Kun tiedetään kiinteistön energiankulutus, niin sille voidaan asettaa erilaisia tavoitteita energiankulutuksen osalta ja myös seurata niiden toteutumista.

Kulutusseurannan hyötyjä on

- saada tieto kulutuksen tasosta, jota voidaan verrata tavoitetasoon ja aiempien jaksojen kulutuksiin.
- tuoda esiin kiinteistön energiankulutuksen ongelmakohdat.
- antaa tietoa toteutettujen energiankäytön tehostamistoimenpiteiden todellisista vaikutuksista kulutukseen.
- antaa perusteita käyttökustannusbudjetointiin. [7]

2.2 Normitus

Jotta kiinteistöjen energiankulutukset vaihtelevassa säässä saadaan vertailukelpoiseksi, tulee kulutukset normeerata lämmitystarvelukujen avulla. Lämmitystarveluvulla verrataan eri kuukausina tai vuosina saman rakennuksen lämmitysenergiakulutuksia sekä eri paikkakunnilla sijaitsevien rakennusten kulutuksia.

Korjauskertoimilla kulutuksen voi normeerata joko oman paikkakunnan vertailupaikkakuntaan tai valtakunnalliseen vertailupaikkakuntaan, joka on Jyväskylä. [8]

2.3 Määräykset ja direktiivit

Ympäristöministeriön maaliskuussa 2011 antamat määräykset ja ohjeet rakennusten energiatehokkuudesta ohjaavat uusien rakennusten rakentamista. Asetuksessa annetaan muun muassa määräys rakennusten varustamisesta energiankäytön mittauksella tai mittausvalmiudella siten, että rakennuksen eri energiamuotojen käyttö voidaan helposti selvittää. Mittauksista voidaan luopua, jos mittauksen tai mittausvalmiuden rakentaminen voidaan osoittaa epätarkoituksenmukaiseksi. Asetus antaa seuraavanlaisia ohjeita energiankäytön mittaukselle:

- Rakennukset varustetaan sähkömittauksella, josta saadaan tieto rakennuksen koko sähköenergiankulutuksesta.
- Rakennukset varustetaan lämmitysjärjestelmän ostoenergian kulutuksen mittauksella.
- Muut kuin käyttötarkoitukseluokaltaan 1 (erillistalot) rakennukset varustetaan lämpimän käyttöveden kulutuksen mittauksella ja tarvittaessa lämpimän käyttöveden kiertopiirin paluun vesivirran ja lämpötilan mittauksella.
- Muiden kuin käyttötarkoitukseluokan 1 rakennusten ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan sähkökulutuksen mittauksella lukuun ottamatta vähäisiä erillispoistoja. Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että järjestelmän ominaissähköteho voidaan helposti mitata.
- Muiden kuin käyttötarkoitukseluokan 1 rakennusten jäähdytysjärjestelmä varustetaan sähkökulutuksen mittauksella. Jäähdytysjärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että järjestelmän ottama sähköteho ja tuottama jäähdytysenergia voidaan helposti mitata.
- Muissa kuin käyttötarkoitukseluokan 1 ja 2 (asuinkerrostalo) rakennuksissa kiinteä valaistusjärjestelmä varustetaan sähkökulutuksen mittauksella. [3]

Direktiivi (2006/32/EY) energian loppukäytön tehokkuudesta ja energiapalveluista ("energiapalveludirektiivi") asettaa jäsenvaltioille 9 %:n kansallisen ohjeellisen energiansäästön kokonaistavoitteen vuodelle 2016. Energiapalveludirektiivi edellyttää jäsenvaltioilta toimia säästötavoitteen saavuttamiseksi ja sen varmistamista, että julkisella sektorilla on energiansäästötoimissa esimerkkiasema. Direktiivi velvoittaa julkista sektoria huomioimaan energiatehokkuuden julkisissa hankinnoissa. [9]

Direktiivi (2002/91/EY) rakennusten energiatehokkuudesta ("rakennusten energiadirektiivi") luo puitteen rakennusten energiatehokkuuden parantamiselle ja määrittelemiselle unionin jäsenmaissa. Direktiivi vaikuttaa sekä uudis- että korjausrakentamiseen ja se sisältää kolme eri pääaluetta: energiatodistuksen käyttöönotto, energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset, ja lämmityskattiloiden ja ilmastointilaitteiden määräaikaistarkastukset. Direktiiviä sovelletaan kansallisella tasolla ottamalla huomioon maan ilmasto-olosuhteet, paikalliset olosuhteet, sisäilmastolle asetetut vaatimukset ja kustannustehokkuus. Direktiivin perusteella on annettu laki (487/2007) ja asetus (765/2007) rakennusten energiatodistuksesta ja uusittu rakentamista koskevaa lainsäädäntöä. [9]

3 Käytössä olevat järjestelmät

Pohjois-Karjalan sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymän keskussairaalan energian hallinta ja seuranta voidaan jakaa kahteen eri osaan: rakennuksiin, joita ohjataan Honeywellin automaatiojärjestelmällä, sekä rakennuksiin, joita ohjataan Fidelixin automaatiojärjestelmällä. Molemmalla osalla on oma erilainen tekniikka energian hallintaan ja seurantaan ja mitään kaiken kattavaa järjestelmää ei tällä hetkellä ole olemassa.

PKSSK:lla on myös käytössään Ryhti-ohjelmisto, jonka avulla muun muassa palvelupyynnöt ja vikailmoitukset saadaan ilmoitettua niitä koskeville tahoille. Järjestelmä toimii siten, että sairaalan työntekijät voivat vian tai puutteen huomattessaan tehdä palvelupyynnön järjestelmään, josta tieto ohjautuu oikeille tahoille.

Honeywellin automaatiojärjestelmän avulla ohjataan suurinta osaa rakennusten valaistuksista, ilmastoinnista sekä vedenjakelusta. Sähkönkulutuksen mittausta on vain harvassa keskuksessa. Fidelixin automaatiojärjestelmän avulla ohjataan pääasiassa talojen K ja G valaistusta, ilmastointia sekä vedenjakelua. Fidelix ohjaa myös osaa H- ja B -siipien toiminnoista. Sähkönkulutuksen mittausta Fidelixin järjestelmässä on viidessä eri keskuksessa. Molempia järjestelmiä ohjataan F-talossa sijaitsevasta valvomosta.

Lisäksi Honkalammen yksikössä on käytössä automaatiojärjestelmänä Schneider, mutta tässä työssä siihen ei paneuduttu juurikaan vaan keskityttiin keskussairaalan järjestelmiin.

Keskussairaalassa on siis käytössä useita erilaisia järjestelmiä. Automaatiojärjestelminä toimii Fidelixin ja Honeywellin järjestelmät, palvelupyynnöistä huolehtii Ryhti-ohjelmisto ja sähkönkulutuksen mittauksista Lovaton mittalaitteet. Järjestelmissä on paljon erilaisia toimintoja ja mahdollisuuksia, joihin perehdytään seuraavaksi.

3.1 Ryhti

Ryhti on Granlund Oy:n kehittämä tiedonhallintasovellus ja huoltokirjajärjestelmä, joka tukee tavoitteellista ylläpitotoimintaa ohjaamalla toimintaprosesseja ja toimintoja. Ohjelma on selainpohjainen Internetyhteydellä käytettävä SaaS-palvelu. [10]

Ohjelmaan voi sisältyä seuraavanlaisia prosesseja:

- käyttö ja huolto, huollon suunnittelu, ohjaus ja seuranta
- Palvelupyynnot, vikailmoitusten ja palvelupyyntöjen välittäminen ja seuranta
- PTS, kunnossapidon suunnittelu, budjetointi ja toteutus
- Sopimukset, palvelu- ym. sopimusten tietojen ylläpito ja hallinta
- Energia, energian ja veden kulutuksien seuranta ja raportointi
- Dokumentit, kiinteistön suunnitelmien ja muiden dokumenttien arkistointi ja hallinta
- Tilahallinta, graafisten tilapohjien avulla tapahtuva tilatietojen hallinta
- Poikkeamat, eri toiminnoille voidaan asettaa tavoite- ja raja-arvoja, joista poikkeaminen aiheuttaa ilmoituksen vastuutaholle. [10]

PKSSK:llä on käytössään RyhtiWeb 3.13 -sovellusversio, jolla on toteutettu vikailmoitusten ja palvelupyyntöjen välittäminen ja seuranta. Lisäksi ohjelmasta

voi lukea kiinteistö- ja laitetietoja, tehdä huoltosuunnitelmia ja ohjata niitä, pitää yllä käyttöpäiväkirjaa, raportoida huolto- ja korjaushistoriasta sekä hallinnoida ja arkistoida dokumentteja. Lisäksi järjestelmä tarjoaa hyvät raportointimahdollisuudet. Kyseinen käyttöliittymä on räätälöity juuri PKSSK:n tarpeisiin.

PKSSK on siirtymässä tulevaisuudessa ohjelmiston uuteen versioon, joka on nimeltään Granlund Manager.

3.2 Lovato

Lovato Electric tarjoaa ratkaisuja energianhallintaan joko yksittäisillä laitteilla tai täydellisillä järjestelmillä.

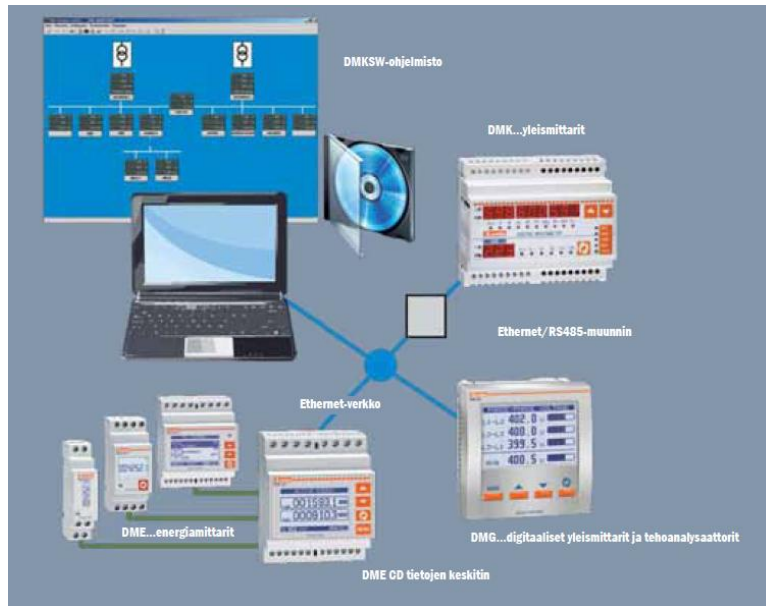
Yrityksen palvelut voidaan jakaa viiteen eri osaan:

- Energian laadun valvonta, joka sisältää energian laadun analysoinnin sekä ylikuormitussuojauksen.
- Energian säästö, joka sisältää mm. moottoriohjaukset, tehokertoimen korjaukset sekä kuorman hallintaa.
- Taattu energian saatavuus, joka sisältää energian jatkuvuuden valvonnan sekä virransyöttölähteiden valinnan.
- Veden, kaasun ja muun kulutuksen valvonta, joka sisältää mittauslaitteet ja analysoinnin.
- Tehonkulutuksen laskutus ja valvonta, jossa tutkitaan milloin ja missä energiaa käytetään. [11;12]

Tässä työssä kiinnostaa lähinnä energian laadun valvonta, joka tarjoaa mittalaitteet sähköenergian mittaukseen. On myös huomion arvoista, että Lovaton tuoterperheestä löytyvät työkalut myös energian valvontaan ja analysointiin.

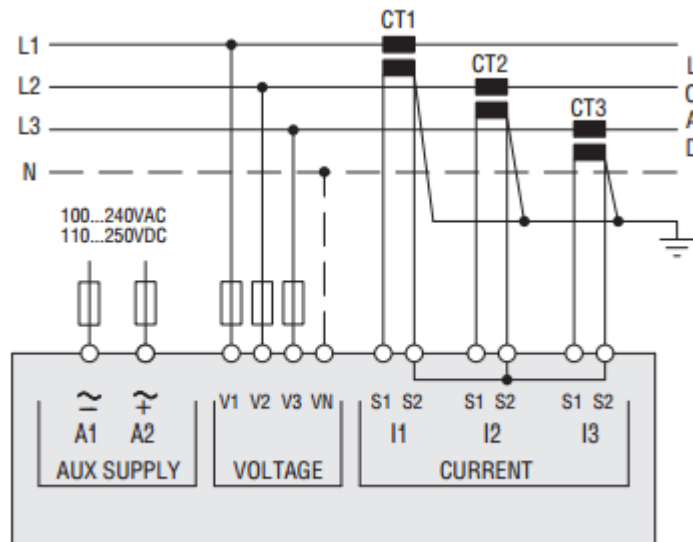
Lovatolla on kolme eri tuotesarjaa energiamittaukseen; DME..., DMK... ja DMG... Kaikki tuotteet voidaan integroida keskenään yhteisillä laajennusosilla ja yhdistää esimerkiksi Ethernet-verkkoon mittalaitteissa olevien kommunikatioväylien (RS232, RS485, ModBus) avulla (kuva 2). Lovatolla on myös tarjota DMKSW- ohjelmisto, joka on tarkoitettu samanaikaiseen kommunikointiin DMK-

, DMG- ja DME- sarjan laitteiden kanssa mahdollistaen sovellusvaatimuksiin parhaiten sopivan ohjausjärjestelmän asennuksen. Koko tietojen keräys voidaan suorittaa ja tallentaa yksittäiseen tietokantaan mahdollistaen perusteellisen jälkikäsitteilyanalyysin tekemiseen. [11]



Kuva 2. Lovaton mittalaitteiden yhdistäminen DMKSW- ohjelmistoon. [11]

PKSSK:lla käytössä olevat Lovaton mittalaitteet ovat mallia DMK32 (Honeywell) sekä DMK6 (Fidelix), joissa on RS485- kommunikointirajapinta verkkoon liittämiseksi ja joilla voidaan mitata virtojen ja jännitteiden lisäksi muun muassa kulmataajuutta, harmonisia yliaaltoja sekä minimi- ja maksimiarvoja. Mittalaitteista saadaan yhteensä 251 eri mittatulosta. Mittalaitteet kytketään verkkoon kuvan 3 osoittamalla tavalla.



Kuva 3. Mittalaitteen kytkentäkuva. [13]

3.3 Honeywell

Honeywell on kansainvälinen monialayritys, jonka liiketoimintayksiköjä ovat ilmailu, erikoismateriaalit, kuljetusjärjestelmät sekä automaatio- ja sovellukset. Honeywellin automaatio- ja sovelluksia käytetään omakotitaloissa, erilaisissa rakennuksissa, teollisuuslaitoksissa sekä julkisissa ja yksityisissä liikelaitoksissa kaikkialla maailmassa. Liiketoiminta Suomessa kattaa niin teollisuusautomaation, rakennusautomaation kuin automaatiolaitteiden huoltopalvelut. [14]

PKSSK:llä Honeywellin automaatiojärjestelmä on eniten käytössä oleva järjestelmä. Sillä ohjataan suurinta osaa kiinteistöjen valaistusta, ilmastointia sekä vedenjakelua.

3.4 Fidelix Oy

Fidelix Oy on vuonna 2002 perustettu voimakkaasti kasvava suomalainen rakennusautomaatio- ja turvajärjestelmiä kehittävä ja myyvä yritys. Fidelixin palvelussa Suomessa on yli 80 henkilöä ja liikevaihtoa vuonna 2012 oli noin 12 M€. Fidelixin tuottamat ratkaisut ja palvelukonseptit perustuvat avoimuuteen ja standardoituihin tekniikoihin. Fidelixin tehokkaaseen kiinteistönhallintaan kehittämä automaatio- ja turvallisuusratkaisu on nimeltään Fidelix FX-Net. Se on vapaasti skaalattava tekninen valvonta- ja ohjausjärjestelmä sekä pieniin että

suuriin kiinteistöihin. Se on suunniteltu vastaamaan nykyaikaisen rakentamisen ja talotekniikan vaatimuksia. Sen integroitua verkkotekniikkaan pohjautuvaa järjestelmää voidaan käyttää useisiin käyttötarkoituksiin kuten lämmityksen ja ilmanvaihdon ohjaukseen, sisäilman hallintaan, energian- ja vedenkulutuksen mittaukseen, murtohälytyksiin, kulunvalvontaan, kameravalvontaan sekä palo-ilmoituksiin. Modulaarisen rakenteen ansiosta järjestelmä on joustavasti skaalattavissa pienistä rakennuksista aina suuriin aluevalvontajärjestelmiin asti. [15]

Fidelix FX-Net hyödyntää moderneja avoimen standardin mukaisia kommunikaatiotekniikoita. FX-Net ala-asemat käyttävät joustavia ja luotettavia Modbus- ja TCP/IP – kommunikaatioprotokollia. Teollisuusstandardi Modbus tarjoaa tehokkaan tavan yhdistää useimmat muut järjestelmät ja laitteet. Lisäksi väylämitareiden helppo liitettävyyden tarjoaa luotettavan ja tarkan tavan mm. energiamittauksiin. Ala-asemien keräämä tieto voidaan tallentaa avoimeen tietokantaan kuten SQL, MDB, jne. Tallennettu tieto on kolmannen osapuolen ohjelmistojen saatavilla. Ne kytketään joko suoraan tietokantaan tai käyttäen ODBC-liittymää. [15]

3.5 Tutkimusaineisto ja -menetelmät

Tutustuessani Pohjois-Karjalan keskussairaalan automaatiojärjestelmiin ja niiden toimintaan tuli ilmi, että sähkönkulutuksen mittausta oli varsin vähän. Käytännössä sähkönkulutusta voitiin vertailla vain toteutuneen kokonaiskulutuksen osalta. Varsinkin Honeywellin automaatiojärjestelmän puolella mittausta ei ollut kuin pienessä osassa keskuksista, jotka mittaavat suuria kokonaisuuksia eikä näin ollen anna minkään yksittäisen kohteen mittaustulosta. Lisäksi kävi ilmi, että jotkin Honeywellin automaatiojärjestelmän mittaustuloksista saatavat raportit eivät olleet luotettavia. Nämä ovat suurimmat puutteet käytössä olevissa järjestelmissä ja näiden puutteiden korjaaminen olisi suotavaa tehokkaan energiankulutuksen seuraamisen toteuttamiseksi. Tässä työssä ei ollut mahdollista perehtyä Honeywellin raporteissa havaittuihin puutteisiin, vaan keskitytään sähkönkulutuksen mittauksen parantamiseen.

Jos nykyisen järjestelmän toimintaa halutaan tehostaa, on mitattavien pisteiden määrää lisättävä. Ilman luotettavaa mittaustulosta halutuista kohteista ei mahdollisten muutosten aiheuttamaa vaikutusta pystytäkään todentamaan tai ainakin sen

todennukseen voi jäädä liikaa asiaan vaikuttavia tekijöitä. Tässä työssä keskityttiin sähkön mittauksen tilaan ja siihen miten sitä voitaisiin parantaa. Todettiin, että sähkön mittaus on riittämätöntä ja sitä tulisi tehostaa.

Ensin oli kartoitettava mihin mittausta tulisi lisätä niin, että muodostuisi järkeviä kokonaisuuksia mitattavasta sähkönkulutuksesta. Näille luontevimmiksi kohteiksi muodostui kunkin siiven tai erillISRakennuksen nousukeskukset. Sähkönsyöttö keskussairaalassa on toteutettu kahden rinnakkaisverkon, tavallinen verkko ja varmennettu verkko, välityksellä, joten mittalaitteet on lisättävä molempien verkkojen nousukeskuksiin. Kartoituksen jälkeen kiersimme yhdessä keskussairaalan sähköasentajan kanssa keskukset läpi ja tutkimme miten ja minne mittalaitteet voitaisiin asentaa. Tulokset ovat koottu taulukkoon (liite 1).

4 Sähkön mittauksen lisääminen

Keskussairaalan sähkön syöttö jakautuu kolmeen eri muuntamopiiriin; F-talo, E-talo ja K-talo. Tällä hetkellä sähkön kulutusta mitataan sähkölaitoksen mittarin lisäksi vain osassa keskuksista. Nämä mittaukset on toteutettu Lovaton energiamittareilla (kuva 4). Mittaamisen lisäys joka siiven ja erillISRakennuksen keskukseen parantaisi sähkön kulutuksen seurantaan pienemmissä osissa sekä mahdollistaisi muutoksista mahdollisesti syntyvien sähkön kulutuksen muutoksien seuraamista.



Kuva 4. Lovato DMK3:n näyttöpaneeli.

Jotta mittaus voidaan toteuttaa keskuksessa, on keskuksessa oltava asennettuna mittalaite sekä virtamuuntajat, jotka muuntavat virrat mittalaitteelle sopivaksi. Lisäksi mittalaitteesta saatava tieto on johdettava mittaustietoja seuraavalle ohjelmistolle.

Tällä tavalla toteutettuna tarvitaan 45 kappaletta mittalaitteita (esim. Lovato DMK6), kahteen keskukseseen avattavat virtamuuntajat (6 kpl.) sekä kymmeneen keskukseseen virtamuuntajat, joiden ei tarvitse olla avattavia (30 kpl.).

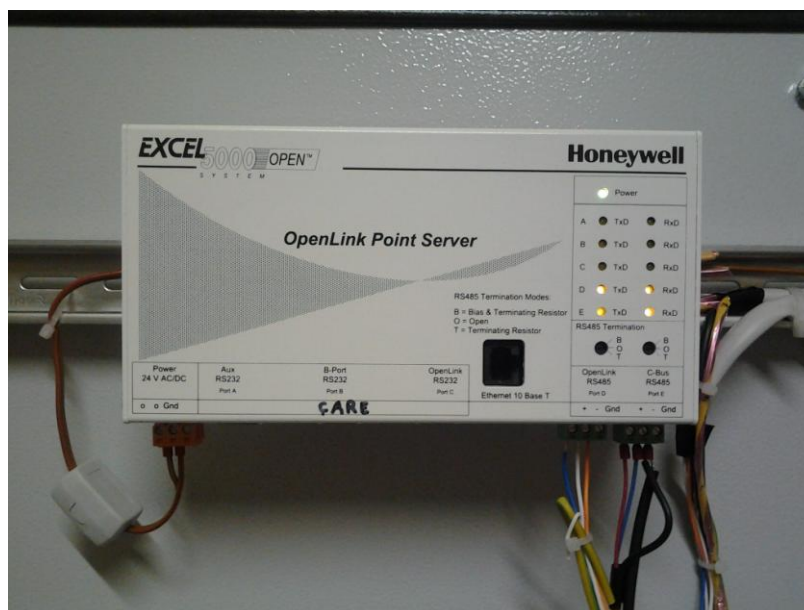
4.1 Muuntamopiiri F

Muuntamopiiri F sisältää kolme 1 MVA:n muuntajaa, jotka muuntavat 20 kV:n syötön 400 V:n käyttöjännitteeksi sekä kolme 250 kVA:n generaattoria, joilla varmistetaan sähkön syöttö mahdollisen sähkökatkoksen aikana. Tämä piiri syöttää sähköä siipiin A, B, C, D, F ja I sekä taloihin 6, 7, 8 ja 9 (kuva 5). Erillistalojen syöttö on järjestetty keskuksen PKD:n kautta. Siipeä I on mahdollista syöttää myös muuntamopiiristä E, mutta tällä hetkellä syöttö tapahtuu muuntamopiiristä F. Muuntamopiiriä F pidetään vakaampana, koska sen varavoimajärjestelmänä toimii kolme generaattoria.



Kuva 6. PKF2- keskuksen mittaus ja näkymä automaatiojärjestelmässä.

Mittaustietojen tietoliikenne on toteutettu niin, että Lovaton mittalaitteelta mittaustieto menee Openlink point -palvelimelle (kuva 7). Palvelin muuttaa RS232/RS485- muotoisen signaalin LAN (local area network) -väylään sopivaksi ja lähettää sen Honeywellin BNA:lle (Building Network Adapter) valvomoon. BNA muuttaa signaalin takaisin RS232/RS485-muotoon, jota valvomon Honeywellin ohjelmisto voi lukea.



Kuva 7. OpenLink Point -palvelin muuttaa mittaustiedon siirtoväylälle sopivaan muotoon.

Siipiä A ja I syötetään varmennetun verkon pääkeskuksesta PKDV sekä varmentamattoman puolen pääkeskuksesta PKD, jotka fyysisesti sijaitsevat D-siivessä. Keskukseen PKDV on hankala lisätä mittalaitteita ilman keskuksen jännitteettömäksi tekemistä. Myös keskuksen syöttöön asennettavat avattavat virtamuuntajat voivat olla hankalat asentaa, koska tilaa pääkytkinkotelossa on vähän. Yksi mahdollisuus on asentaa mittaus seinälle kytkentäkoteloon syöttävän johdon viereen. Varsinkin A-siiven syöttökaapeliin voitaisiin asentaa mittaus pienellä käyttökatkolla. Myös I-siiven syöttökaapeliin voidaan asentaa mittaus kytkentäkoteloon seinälle. A- ja I-siiven syötöt menevät kyllä omille nousukeskuksilleen NKA ja NKB, mutta ne keskuksat ovat poistumassa käytöstä joten niiden toimintaan panostaminen ei ole kannattavaa.

Siipeä B syötetään keskuksista NKB ja NKBV. NKB on B-siiven nousukeskus ja NKBV on B-siiven varmennetun verkon nousukeskus. Keskuksat syöttävät B-siiven ryhmäkeskuksia. Asentamalla näihin keskuksiin mittalaitteet, saadaan mitattua koko B-siiven sähkön kulutusta. Keskuksissa on jo valmiina virtamuuntajat, joten mittauksen toteuttaminen onnistuu investoimalla keskuksiin mittalaite ja asentamalla ne vapaaseen koteloon keskukseen.

Siiven C sähkön syöttö on toteutettu nousukeskusten NKC ja NKCV kautta. Nousukeskuksessa NKC ovat virtamuuntajat jo valmiiksi asennettuina, joten keskukseen riittää pelkkä mittalaitteen asennus. Varmennetun verkon nousukeskukseen NKCV mittalaitteet voidaan asentaa jos käytetään avattavia virtamuuntajia. Avattavat virtamuuntajat voidaan asentaa pääkytkinkoteloon ja itse mittalaite sopivaan paikkaan keskuksen tyhjään koteloon.

Siiven D sähkön syöttö on toteutettu nousukeskusten NKD ja NKDV välityksellä. Molemmissa keskuksissa ovat virtamuuntajat jo valmiiksi asennettuina, joten keskusten mittaus vaatii pelkästään mittalaitteen asentamisen.

F-siiven sähkön syöttö on toteutettu nousukeskusten NKV1 ja NKV2 välityksellä. Molemmissa keskuksissa ovat virtamuuntajat jo valmiiksi asennettuina, joten mittaus on mahdollista toteuttaa asentamalla keskuksiin mittalaitteet.

Talo 7:n nousukeskuksat 7NK1 ja 7NKV1 voidaan varustaa mittalaitteilla sekä tarvittavilla virtamuuntajilla. Virtamuuntajien tarvitsema tila löytyy keskusten

pääkytkinkoteloista. Talo voidaan tehdä virrattomaksi, joten virtamuuntajien ei tarvitse olla avattavia.

Talo 8:n nousukeskukset 8NK1 ja 8NKV1 sisältää virtamuuntajat jo valmiina, joten mittaus onnistuu asentamalla keskuksiin pelkästään mittalaitteet.

Talo 9:n nousukeskukset 9NK ja 9NKV voidaan varustaa virtamuuntajilla. Keskuksia voidaan tehdä virrattomaksi, joten avattavia virtamuuntajia ei tarvita.

Talo 13:n nousukeskus 13NK voidaan varustaa virtamuuntajilla. Keskus voidaan tehdä virrattomaksi, joten avattavia virtamuuntajia ei tarvita.

Muita mitattavia keskuksia voisi olla PK-LVI, joka syöttää tiettyjä LVI-laitteita, 4NK1, joka syöttää parkkitaloa, sekä VJ01, joka syöttää A-siiven jäähdytyskojeita. On myös olemassa keskus R2001, joka syöttää keittiötä. Keittiö on kuitenkin vaihtamassa paikkaa vuonna 2016, joten resurssien lisääminen sen syöttävään keskukseen voi olla turhaa. Lisäksi mittauksia olisi syytä lisätä myös pääkeskukseen PKF1, joka syöttää mm. A-siiven hissejä, paineilmakestusta, varalämpölaitosta, keittiön jäähdytyskonetta sekä kompensointiparistoja. Myös pääkeskukseen PKFV1 ja PKFV2 olisi hyvä lisätä mittauksia, sillä ne syöttävät mm. höyrykeskusta, paineilmakestusta, varavoimakoneita, muuntamon omaa käyttöä, hissejä, instrumenttipaineilmakestusta sekä osaa nousukeskuksista.

4.2 Muuntamopiiri E

Muuntamopiiri E:n kautta toteutetaan sähkönsyöttö päärakennuksen E-, G- ja J-siiville. Tarvittaessa tätä kautta saadaan syötettyä sähköä myös siipeen I. Muuntamoon tulee kaksi Fortum Oyj:n syöttökaapelia ja muuntamossa on neljä muuntajaa. Tässä muuntamopiirissä mittauksia on pääkeskustasolla (kuva 8), mutta ne eivät anna kulutustietoja yksittäisten rakennusten tai ilmastoinnin kuluksista vaan ne mittaavat isompia kokonaisuuksia. Jos halutaan yksittäisten rakennusten kulutusta mitata ja seurata, niin mittaukset on asennettava nousukeskuksiin.

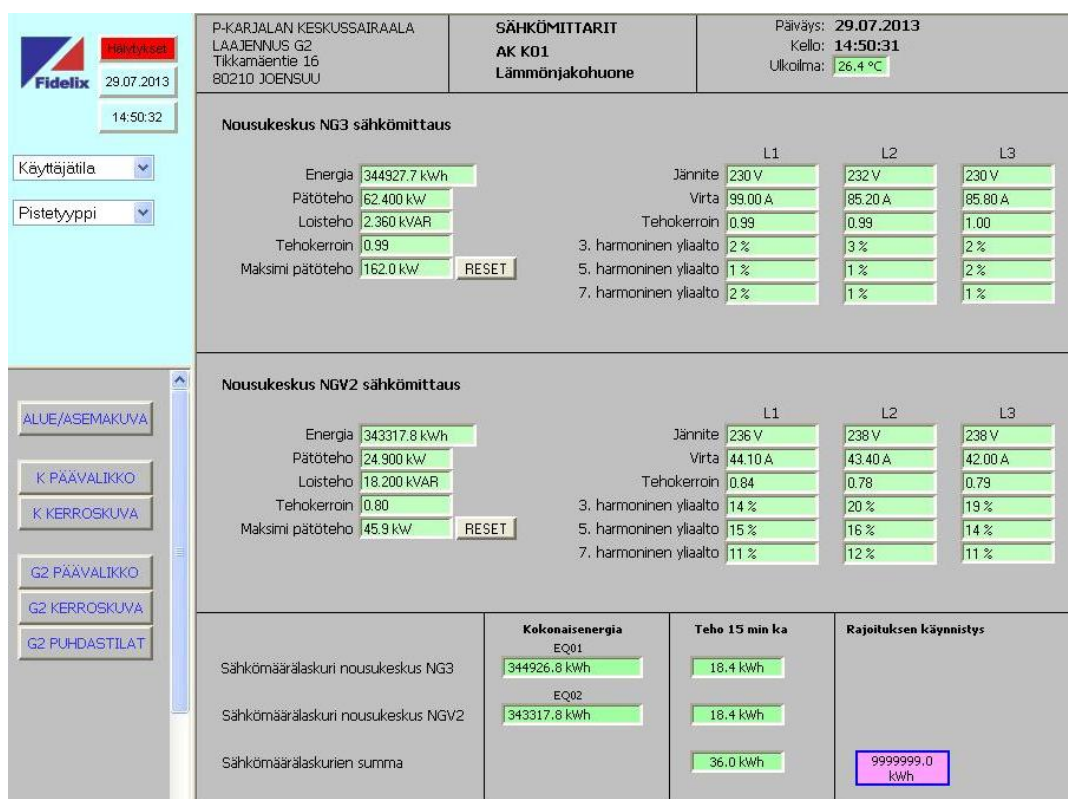
Rakennus E muuntamo						Valoisuus 997.3 Lu Ulkolämpötila 26.1 °C					
E-LOVATO 1	PKE1	236.0	V	236.0	A	PKE1	158000.0	W	4848330.5	kWH	
		236.0	V	229.0	A		2147493632.0	Var	2765.0	kWH	Energia ed pv
		236.0	V	212.0	A		159000.0	VA	97435.0	kWH	Energia ed kk
				227.0	A						
E-LOVATO 2	PKE2	229.0	V	680.0	A	PKE2	453000.0	W	15842851.0	kWH	
		229.0	V	664.0	A		2147642624.0	Var	8897.0	kWH	Energia ed pv
		230.0	V	654.0	A		486000.0	VA	278999.0	kWH	Energia ed kk
				669.0	A						
E-LOVATO 3	PKE3	230.0	V	131.0	A	PKE3	47400.0	W	1292130.3	kWH	
		230.0	V	126.0	A		55100.0	Var	1568.3	kWH	Energia ed pv
		231.0	V	145.0	A		71600.0	VA	48073.3	kWH	Energia ed kk
				105.0	A						
E-LOVATO 4	PKEV	235.0	V	400.0	A	PKEV	246000.0	W	9584321.0	kWH	
		237.0	V	354.0	A		2147544320.0	Var	4573.0	kWH	Energia ed pv
		237.0	V	316.0	A		253000.0	VA	130088.0	kWH	Energia ed kk
				358.0	A						
E-LOVATO 5	E-UPS	229.0	V	0.0	A	E-UPS	0.0	W	0.0	kWH	
		229.0	V	0.0	A		0.0	Var	0.0	kWH	Energia ed pv
		229.0	V	0.0	A		0.0	VA	0.0	kWH	Energia ed kk
				0.0	A						

Kuva 8. Muuntamopiirin E:n mittaustuloksia.

E-siiven sähkön syöttöä hoitavat nousukeskukset NKE1, NKE2 ja NKE3 sekä varmennetun verkon nousukeskukset NKEV1, NKEV2 ja NKEV3. Keskuksissa on virtamuuntajat valmiina, joten mittaus onnistuu asentamalla keskuksiin mittalaite.

J-siiven sähkön syöttöä hoitavat normaalin verkon nousukeskukset NJ1 ja NJ2 sekä varmennetun verkon nousukeskus NJV. Keskuksissa on valmiina virtamuuntajat, joten keskusten mittaus saadaan toteutettua asentamalla keskuksiin mittalaite.

G-siiven sähkön syöttöä hoitavat normaalin verkon nousukeskukset NKG1, NKG2, NKG4, NKG5, NKG6 sekä NG3. Keskuksessa NG3 on mittalaitteita kaksi kappaletta ja ne mittaavat vedenjäähdyttimen (ilmastointi) ja keskuksen kokonaiskulutusta (kuva 9). Muissa keskuksissa mittaus ei vielä ole toteutettu, joskin keskuksissa on jo valmiina virtamuuntajat, joten mittauksen lisäys onnistuu asentamalla keskuksiin pelkästään mittalaite. Varmennetun verkon nousukeskuksina toimivat NGV ja NGV2. Nousukeskukseen NGV on suunnitteilla lisätä mittaus ja keskuksessa NGV2 mittaus on jo olemassa (kuva 10).



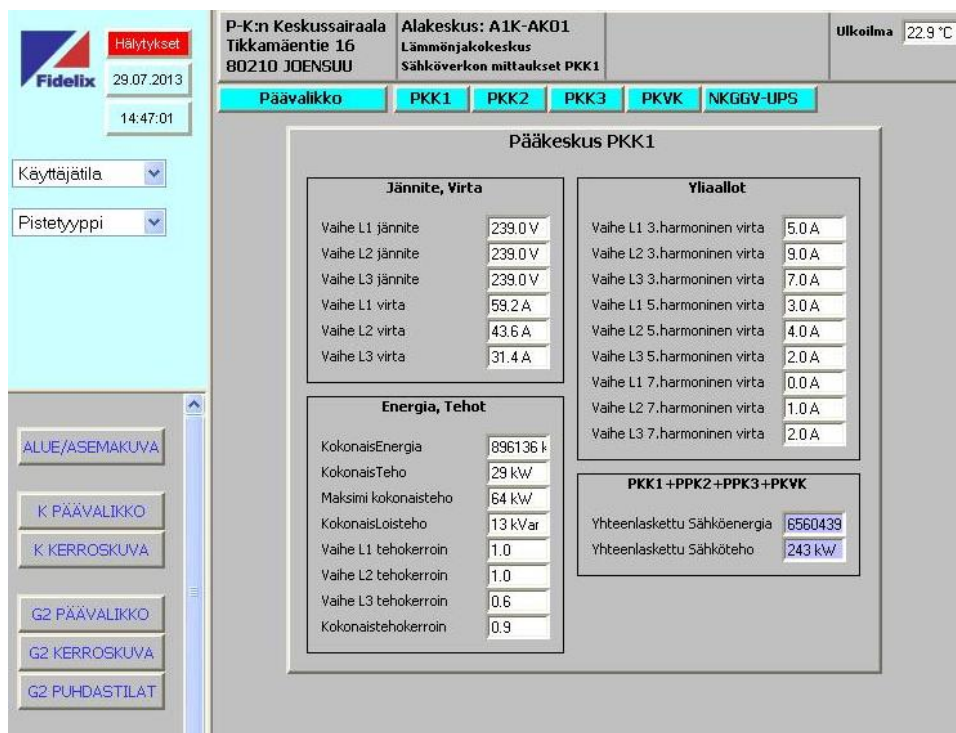
Kuva 9. Keskuksien NG3 ja NGV2 mittaustuloksia.



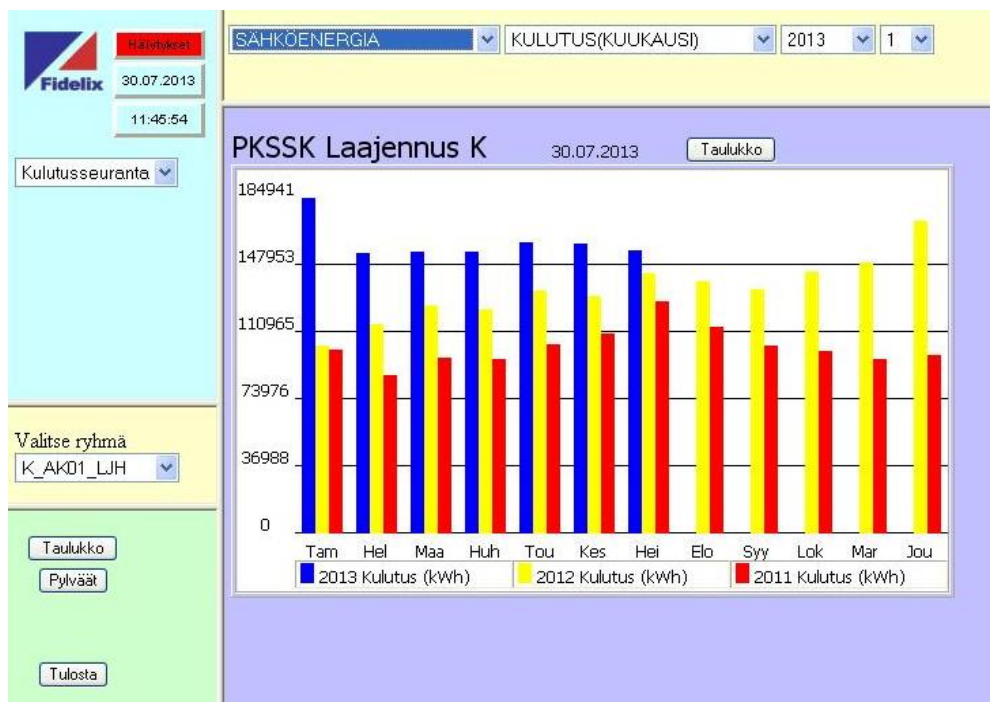
Kuva 10. Lovato DMK6-mittalaite.

4.3 Muuntamopiiri K

Muuntamopiirissä K on mittausta pääkeskustasolla keskuksissa PKK1, PKK2, PKK3 sekä PKVK. Fidelixin käyttöliittymästä voidaan tulostaa joko yksittäisen mittauksen tulokset (kuva 11) tai sitten kokonaiskulutus (kuva 12). Mittauksen lisäämistä pienempiin keskuksiin kannattaisi harkita. Ongelmana mittauksen lisäämiselle on uudenlaiset keskuksat, joissa virta kulkee virtakiskoissa ja niihin ei ole mahdollista lisätä avattavia virtamuuntajia. Sairaalaoloissa keskuksen tekeminen virrattomaksi on haastavaa, koska käytössä on paljon laitteistoja jotka pitävät yllä potilaiden elintoimintoja. Mittalaitteiden asentaminen pitäisi toteuttaa suunnitellun huolto- tai käyttökatkon yhteydessä.



Kuva 11. Näkymä Fidelixin automaatiojärjestelmän mittaustuloksista.



Kuva 12. K-siiven sähkön kokonaiskulutus tietyllä ajanjaksolla.

4.4 Mittaustietojen lukeminen

Pelkkä mittalaitteen asentaminen ei vielä tuota mittaustietoja, vaan mittalaitteesta on järjestettävä tietoliikenne johonkin järjestelmään. Mittaustietojen lukeminen on mahdollista toteuttaa joko olemassa oleviin automaatiojärjestelmiin tai sitten hankkia jokin ohjelma lukemista ja raportointia varten. Ongelmana nykyisiin automaatiojärjestelmiin lisäämisessä on se, että järjestelmiä on useampia. Osa mittaustuloksista pitäisi siirtää Honeywellin järjestelmään, osa Fidelixin järjestelmään ja osa Shneiderin järjestelmään. Tämä aiheuttaa loppuraporttien tulostamiseen ongelmia tai ainakin lisätyötä, koska tiedot on kaivettava monesta eri lähteestä. Myös mittaustiedon suuri määrä voi aiheuttaa ongelmia niiden lukemiseen ja tietojen oikeellisuuden varmistamiseksi.

5 Johtopäätökset

Pelkästään mittalaitteiden ja tarvittavien virtamuuntajien asennus ei vielä tuota minkäänlaista mittaustulosta. Mittaustieto on myös siirrettävä jollekin ohjelmistolle, joka pystyy tietoa lukemaan ja josta tarvittava mittaustieto voidaan lukea. Itse mittausdatan siirto halutulle ohjelmistolle on toteutettavissa jo olemassa olevien Ethernet-väylien avulla samaan tapaan kuin olemassa olevien mittalaitteiden tiedot kulkevat.

Täytyy muistaa, että sähkön kulutuksen mittaus itsessään ei tuota minkäänlaista säästöä vaan pikemminkin lisäkustannuksia mittalaitteiden ja niiden asennuksien muodossa. Siksi onkin tärkeää miettiä miten tulevaa mittausdataa käytetään hyväksi. Tärkeimpänä ja ensimmäisenä asiana on päättää millä ohjelmistolla tieto otetaan vastaan. Vaihtoehtoja on monia:

- Mittaustulokset kerätään niihin automaatiojärjestelmiin joiden piirissä kyseiset keskuskeskukset ovat.
- Mittaustulokset kerätään yhteen automaatiojärjestelmään tai
- Mittaustuloksille hankitaan oma niiden keräämiseen tarkoitettu järjestelmä.
- Käytetään tiedonsiirtoon langattomia järjestelmiä.
- Mittalaitteet yhdistetään tietoliikenneväylään käyttäen standardoituja tietoliikenneprotokollia, jolloin niiden lukeminen ei ole sidottu mihinkään tiettyyn järjestelmään.

Ensimmäinen vaihtoehto voisi tuntua loogiselta, mutta ongelmia aiheuttaisi Honeywellin luotettavuus raportoinnissa (tällä hetkellä) sekä yhtenäisten raporttien tulostaminen. Jos tiedot ovat eri järjestelmissä, niistä tehtävät raportit olisivat työläämpiä lukea tai sitten luku pitäisi tapahtua eri ohjelmalla.

Kaikkien mittaustulosten ohjaaminen yhteen automaatiojärjestelmään ja erityisesti Fidelixin järjestelmään voisi olla mahdollista. Tällöin ohjelmasta voitaisiin tulostaa halutunlaisia raportteja joko yksittäisestä kohteesta tai sitten tilaajan haluamia ns. päällikkötason raportteja kokonaiskulutuksista. Kuten kuvasta 11 kävi ilmi, Fidelixin ohjelmassa olevat raportointimahdollisuudet ovat laadukkaita ja helposti luettavassa muodossa. Toisaalta mittadatan suuri määrä aiheuttaisi

tiedon lukemiseen suuria haasteita ja raportointia varten täytyisi olla valmiita raportointirunkoja (esim. talokohtainen, valaistus yms.).

Yksi vaihtoehto voisi olla oman järjestelmä mittaustietojen lukemiseen ja raportointiin. Tällainen voisi olla esimerkiksi Lovaton oma DMSKW-ohjelmisto. Tällöin ainakin mittalaitteiden kaikki mittausmahdollisuudet olisivat käytettävissä ja verkon parempi analysointi olisi mahdollista. Ohjelmiston raportointimahdollisuuksista en osaa tarkemmin sanoa, mutta ohjelman pitäisi voida ainakin tulostaa tallennettuja tietoja ja muodostaa niistä trendikäyriä. Yksi mahdollisuus raportointiin voisi olla keskussairaalan käytössä oleva Ryhti-ohjelmisto. Sairaala on saamassa ohjelmasta uuden version, johon on mahdollista saada uusia ominaisuuksia. Tällöin Ryhti-ohjelmiston täytyisi lukea halutut parametrit joko aikavälein tai pyydettyä joko automaatiojärjestelmästä tai tietokannasta ja näistä tiedoista voitaisiin tulostaa raportteja. Raportointimahdollisuudethan Ryhti-ohjelmistossa ovat hyvät.

Kyseessä on kiinteistö, jossa on paljon erilaisia rakennuksia, joita saneerataan aika ajoin ja johon rakennetaan uusia tiloja. Tämän takia kannattaisi rakentaa järjestelmiä, jotka eivät ole riippuvaisia mistään laitetoimittajasta, vaan ovat rakennettu avoimien standardien päälle. Tällöin yksittäisen mittalaitteen valmistajan vaihto tai jonkin ohjelmiston vaihto ei aiheuta koko järjestelmän remontointi, vaan ovat muunneltavissa eri järjestelmiin.

Mittapisteitä on tällä tavalla toteutettuna yli viisikymmentä ja koska nykyajan rakentamismääräykset käskevät mittaamaan kulutuksia vielä enemmän, voi tulevaisuudessa mittapisteiden määrä nousta jopa yli sataan. Tämä asettaa raportointiohjelmalle paljon vaatimuksia. Voi olla viisasta, että mittausdatan luetaan ja tallentamiseen käytetään eri järjestelmiä.

Myös langattomia järjestelmiä on tarjolla, mutta näiden rakentaminen näin monimuotoiseen kiinteistöön saattaisi olla hankalaa. Tukiasemia jouduttaisiin asentamaan paljon, jolloin langattomuudesta syntyvä säästö kuluisi ylimääräisiin tukiasemiin. Lisäksi ylimääräisen radioliikenteen lisääminen sairaalataloissa saattaisi synnyttää ongelmia.

On kuitenkin hyvä muistaa, että mikään mittaus ei tuota säästöä eikä säästöä järjestelmään vaan antaa pelkästään tietoa nykytilanteesta. Hyöty syntyy mitta-

laitteiden asennuksen ja mittaustietojen tallentamisen jälkeen, kun päästään analysoimaan sähköverkon laatua sekä kulutuksia. Voidaan tutkia mitkä ovat ne paikat, joissa kulutus on suurta, mistä kulutus johtuu ja voiko kulutusta kenties tehostaa. Lisäksi pystytään näkemään eri vuodenaikojen vaikutusta kulutukseen (viilennys/lämmitys) sekä esimerkiksi ilmastoinnin tai valonohjauksiin tehtävien muutosten vaikutusta kulutukseen. Lämpöenergian kulutuksen vertailussa on muistettava kulutuslukujen normitus, jotta vuosia voidaan verrata keskenään toisiinsa. Vuotuisen sähkönkulutuksen ollessa 14000 MWh:n luokkaa jo 1 % alennus kulutuksessa tuo tullessaan yli kymmenen tuhannen euron säästöt.

Lopuksi

Tämän työn tekeminen oli mielenkiintoista, haastavaa ja varsin opettavaista. Pidin siitä, että sai paneutua todelliseen asiaan oikeassa ympäristössä ihmisten kanssa, joille asialla on merkitystä ja he olivat valmiina auttamaan minua missä tahansa eteen tulleessa ongelmassa. Työ tutustutti minut mielenkiintoiseen työympäristöön, jossa laitteistoja ja järjestelmiä on paljon ja ilmapiiri työntekijöiden kesken hyvä. Toivottavasti työstä oli apua keskussairaalan pyrkimyksille energianseurannan parantamiseen ja olisi ollut mielenkiintoista olla mukana toteuttamassa mittausta myös käytännössä. Uskon, että mittaustulosten avulla tulee ilmi kohteita, joissa energian käyttöä voidaan tehostaa.

Lopuksi haluan kiittää PKSSK:n kiinteistöpalvelujen kiinteistöpäällikkö Juha Tornbergiä sekä automaatioinsinööri Otto Heikkistä opinnäytetyön aiheesta sekä ohjauksesta. Kiitos myös koko sähkötiimille ja erityisesti sähköasentaja Eero Kuivalaiselle kaikesta avusta ja neuvoista joita sain pitkin kesää. Lisäksi haluan kiittää myös opinnäytetyön ohjaajana toiminutta lehtori Jyri Roihuvuota, joka auttoi paljon varsinkin opinnäytetyön kirjoittamisessa.

Lähteet

1. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/27/EU. Direktiivit. 14.11.2012.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:FI:PDF> 18.6.2013
2. Työ- ja elinkeinoministeriö. Energiatehokkuus. 2013.
<http://www.tem.fi/energia/energiatehokkuus> 18.6.2013
3. Ympäristöministeriö, rakennetun ympäristön osasto. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2012.
http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf 18.6.2013
4. Pohjois-Karjalan sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymä. Esitely. 3.9.2013.
http://www.pkssk.fi/c/document_library/get_file?uuid=3595e1d4-3a86-40da-bf51-1bca0c0ae1c6&groupId=14730/ 18.6.2013
5. Motiva Oy. Julkinen sektori energiatehokkuuden tiennäyttäjäksi. 2013.
http://www.motiva.fi/julkinen_sektori 18.6.2013
6. Motiva Oy. Hallitse ja tehosta yrityksen energiankäyttöä. 2013.
http://www.motiva.fi/yritykset/hallitse_ja_tehosta_yrityksen_energiankayttoa 18.6.2013
7. Motiva Oy. Kulutusseuranta. 2013.
http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/kiinteistojen_energianhallinta/kulutusseuranta 18.6.2013
8. Motiva Oy. Kulutuksen normitus. 2013.
<http://www.motiva.fi/kulutuksennormitus> 18.6.2013

9. Työ- ja Elinkeinoministeriö. Ohjeita energiatehokkuuden huomioon ottamiseksi julkisissa hankinnoissa. 2008.
http://www.motiva.fi/files/1479/Tyo-_ja_elinkeinoministerion_ohjeita_energiatehokkuuden_huomioon_ottamiseksi_julkisissa_hankinnoissa.pdf
18.6.2013
10. Granlund Oy. Ryhti-ohjelmisto.
<http://ryhti-net-bin.directo.fi/@Bin/a4767e506795fec905140e50209ba032/1369132463/application/pdf/181775/RYHTI%204%20esite%202013.pdf> 18.6.2013
11. Lovato electric. Energianhallinta. 2011.
http://media.klinkmann.fi/pdf/fi/lovato/Lovato_energy_management_fi_0311.pdf 18.6.2013
12. Lovato electric. Kotisivut. 2013.
http://www.lovatoelectric.com/home_gb.htm 18.6.2013
13. Lovato Electric. Digitaalisen mittalaitteen (DMK 30 – 40) tekniset tiedot. 2013.
http://www.lovatoelectric.com/Download/I103IGBFE04_08_Digital_multi_meter_DMK30-DMK31-DMK32-DMK40.pdf 18.6.2013
14. Honeywell International Inc. Suomi. Yritystiedot. 2013.
<http://honeywell.com/country/fi/About/Pages/our-company.aspx>
18.6.2013
15. Fidelix Oy. Yleisesite.
http://www.fidelix.fi/documents/FI/Fidelix_Yleisesite.pdf 28.11.2013

Taulukko nousukeskuksista

Keskus	Muuntamop.	Sulake	Syöttää	Mittaus	Muuntaja	Lisäys	Huomioitavaa
PKD	F		A- ja I	Ei	Ei	Haastava	Tehtävä virrattomana, koska ei voi tehdä avattavilla virtam.
PKDV	F		A- ja I	Ei	Ei	Haastava	Tehtävä virrattomana, koska ei voi tehdä avattavilla virtam.
NKA	F		A- ja I	Ei	Ei	Ei tarvetta	Poistumassa käytöstä
NKAV	F		A- ja I	Ei	Ei	Ei tarvetta	Poistumassa käytöstä
NKB	F		B	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
NKBV	F		B	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
NKC	F		C	Ei	Ei	Kyllä	Mittalaitte + avattavat virtamuuntajat
NKCV	F		C	Ei	Ei	Kyllä	Mittalaitte + avattavat virtamuuntajat
NKD	F		D	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
NKDV	F		D	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
NKFBV1	F		F	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
NKFBV2	F		F	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
7NK1	F		Talo 7	Ei	Ei	Kyllä	mittalaitte+muuntaja. Voidaan tehdä virratomaksi.
7NKV1	F		Talo 7	Ei	Ei	Kyllä	mittalaitte+muuntaja. Voidaan tehdä virratomaksi.
8NK1	F		Talo 8	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
8NKV1	F		Talo 8	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
9NK1	F		Talo 9	Ei	Ei	Kyllä	mittalaitte+muuntaja. Voidaan tehdä virratomaksi.
9NKV1	F		Talo 9	Ei	Ei	Kyllä	mittalaitte+muuntaja. Voidaan tehdä virratomaksi.
13NK	F		Talo 13	Ei	Ei	Kyllä	mittalaitte+muuntaja. Voidaan tehdä virratomaksi.
NKE1	E		E	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
NKE2	E		E	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
NKE3	E		E	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
NKEV1	E		E	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
NKEV2	E		E	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte
NKEV3	E		E	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalaitte

NJ1	E		J	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalai- te
NJ2	E		J	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalai- te
NJV	E		J	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalai- te
NKG1	E		G	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalai- te
NKG2	E		G	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalai- te
NG3	E		G	On	On		DMK6 X 2
NKG4	E		G	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalai- te
NKG5	E		G	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalai- te
NKG6	E		G	Ei	On	Kyllä	Asentamalla mittalai- te
NGV	E		G	Ei	On	Suunnitteilla	
NGV2	E		G	On	On		DMK6
PKK1	K		K	On	On		
PKK2	K		K	On	On		
PKK3	K		K	On	On		
PKVK	K		K	On	On		
PK-LVI	E		Ilmastointi	Ei			
4NK1	E		Parkkitalo	Ei			
VJ01	E		E:n jäähd.	Ei			
R2001	E		Keittiö	Ei			Poistumassa